جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره یازدهم، پاییز ۱۳۹۳

صص ۱۲۷-۱۰۷

مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهر مشهد

محمد اجزاء شکوهی- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

حمید شایان- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمدهادی درودی[۱] - کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۱۵

چکیده

استقرار هر عنصر شهری در موقعیت فضایی- کالبدی خاصی از سطح شهر، تابع اصول و قواعد و سازوکار (مکانیسم‌های) خاصی است که در صورت رعایت شدن به موفقیت و کارایی عملکردی آن عنصر در همان مکان مشخص خواهد انجامید؛ در غیر این صورت چه‌بسا مشکلاتی بروز کند. ایستگاه‌های آتش‌نشانی به‌عنوان مکانی جهت استقرار تأسیسات و تجهیزات امداد و نجات، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی در شهرها هستند که نقش مهمی در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه اقتصادی شهرها ایفا می‌نمایند. هدف از این مقاله مکان‌یابی بهینه ایستگاه‌های آتش‌نشانی در کلان‌شهر مشهد است. در این تحقیق از نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ و اطلاعات حوادث و حریق صورت گرفته در طول ۱۰ سال استفاده شده است. در مجموع از ۵ معیار زمان، وضعیت کالبدی شهر، مسائل جمعیتی و اجتماعی، فراوانی و پراکندگی حریق‌ها، عوامل طبیعی و زیرساختی و دو مدل منطق فازی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی جهت شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید استفاده شده است. در این فرایند پس از مشخص شدن معیارها و شاخص‌های مؤثر، پایگاه داده مرتبط تشکیل شد و سپس با استفاده از مدل منطق فازی لایه‌های اطلاعات استاندارد شده‌اند. در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی وزن معیارها و شاخص‌های هرکدام از آن‌ها به‌دست‌آمده است. جهت تعیین وزن و اهمیت شاخص‌ها، نظرات ۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان خبره آتش‌نشانی اخذ گردید. سپس لایه‌ها به تفکیک هر معیار سنجش شده و مجموع آن‌ها با هم ترکیب شدند. در نهایت ۱۷ پهنه بهینه بعد از سنجش عینی خروجی‌های به‌دست‌آمده مشخص گردید و ۲۸ ایستگاه جدید در آن‌ها مکان‌یابی شدند.

کلیدواژه‌ها: برنامه‌ریزی فضایی، حوادث و حریق، آتش‌نشانی، برنامه‌ریزی تجهیزات، مکان‌یابی، GIS[2]، AHP[3].

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵۰۱۳۴۲۴ Email:darroodi-m@mashhad.ir

2 Geographic Information System
3 Analytic Hierarchy Process

مقدمه

امروزه مسئولین بسیاری از شهرها با در نظر گرفتن فاکتورهای گوناگون حاکم بر هر منطقه‌ای برای ایجاد فضایی که جوابگوی بخشی از نیازهای ساکنین آن منطقه باشد، اقدام به آمایش فضاهای شهری می‌نمایند. تأمین رفاه و آسایش شهروندان از طریق برنامه‌ریزی‌های اصولی، از مهم‌ترین وظایف مدیران شهری است. در این راه حفظ جان و مال شهروندان در درجه اول اهمیت قرار دارد و این امر با ایجاد مراکز ایمنی ممکن می‌شود. به‌منظور فراهم کردن این خدمات برای عموم شهروندان، توزیع مکانی مناسب این مراکز در سطح شهر ضرورت دارد؛ به‌عبارت‌دیگر با مکان‌گزینی بهینه محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مراکز پلیس و اورژانس (خدمات اضطراری) حفظ جان و مال مردم در سطح شهر در مواقع اضطراری میسر خواهد شد. امروزه بسیاری از شهروندان به دلیل زندگی در محیط‌های شهری در معرض خطرهای بسیاری قرارگرفته‌اند که عمده‌ترین آن‌ها ناشی از آتش‌سوزی است. ایستگاه‌های آتش‌نشانی از جملهٔ عناصر و کاربری‌های خدماتی- اورژانسی شهرها می‌باشند که نقشی مهم و حیاتی در حفاظت از جان و مال مردم در برابر حوادث مختلف، بالأخص مخاطرات انسانی دارند. ایمنی شهر در برابر خطرات آتش‌سوزی در کاربری‌های مختلف و تضمین امنیت جانی و مالی شهروندان به عهدهٔ این عنصر مهم شهری است(ریلی[1] ،۱۸۱:۱۹۸۱) بنابراین جانمایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و تعیین موقعیت و تعداد ایستگاه‌ها جهت پوشش مناسب شهر و شهروندان با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات شهر، توان مالی و تدارکاتی موجود و پیش‌بینی توسعهٔ امکانات آتی، از اقدامات حیاتی و لازم در این زمینه است.

بسیاری از کشورها با بهره‌گیری از آخرین تحولات علمی و تکنیکی در زمینه مسائل خطرآفرین و مفاهیم ایمنی، خود را به پیشرفته‌ترین وسایل و سطح مناسبی از دانش ایمنی مجهز کرده‌اند. در کشور ما نیز شهرهای بزرگ و کوچک تحت پوشش خدمات ایمنی و آتش‌نشانی شهرداری‌ها قرار دارند و بر اساس بند ١٤ ماده ٥٥ قانون شهرداری، سازمان آتش‌نشانی موظف به ارائه خدمات ایمنی و آتش‌نشانی به شهروندان در محدوده قانونی شهرها است (وزارت کشور،۱۳۸۳: ٥).

تأسیسات و تجهیزات شهری شریان‌های حیاتی شهر به‌حساب آمده و امکانات و خدماتی مانند آب، برق، گاز، تلفن، پست، سیستم فاضلاب، آتش‌نشانی، جمع‌آوری و دفع زباله و... را در شبکه پیچیده‌ای در اختیار شهر و شهروندان قرار می‌دهند. (لویس[2]،۱۸:۱۹۸٦) در حقیقت این تأسیسات و تجهیزات پایه و اساس هر مجتمع زیستی بوده، کمبود و نارسایی آن‌ها مشکلاتی را برای ساکنین به وجود می‌آورد و باید به‌صورتی برنامه‌ریزی و طراحی شوند که شهروندان با کمترین هزینه مالی و زمانی به آن‌ها دسترسی داشته باشند و این

1 Reilly
2 lewis

امر با توجه به رشد سریع جمعیت شهری، متولیان شهری را در زمینه مدیریت شهری، سازماندهی ارگان‌ها و سازمان‌های خدمات رسان و ایجاد تأسیسات و زیر ساخت‌ها و توزیع متناسب آن‌ها، با چالش جدی روبرو ساخته که عدم ارائه راهکارهای مناسب مشکلات شهری را دو چندان خواهد نمود. (وزارت کشور،۱۳۸۳: ۵)

منطقه موردمطالعه

در شهر مشهد به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران و دومین شهر بزرگ کشورمان، با توجه به آمار بالای جمعیت بخصوص در ایام تعطیل (به سبب زائرپذیر بودن شهر مشهد)، به نظر می‌رسد کمبود و نامناسب بودن محل تأسیسات و تجهیزات شهری مشکلاتی را برای شهروندان به وجود آورده است. (شهرداری مشهد،۱۳۹۱: ۲٤٦) از سویی دیگر، شهر مشهد همانند سایر کلان‌شهرهای کشور با پدیده حاشیه‌نشینی نیز روبرو بوده است. این هسته‌های جمعیتی حاشیه که در اثر توسعه فیزیکی شهر، به‌مرورزمان در محدوده قانونی بلعیده شده‌اند، بدون هیچ زیرساخت و امکاناتی، به‌گونه‌ای خودجوش شکل گرفته‌اند.



نقشه ۱ محدوده مناطق شهر مشهد

در این خصوص بحث تأمین نیازهای خدماتی از یکسو و نحوه توزیع دقیق و بهینه این مراکز خدماتی (با توجه به وسعت و مساحت منطقه) از سوی دیگر حائز اهمیت است. درصورتی‌که در حال حاضر

مهم‌ترین عامل استقرار و جایگزینی مراکز آتش‌نشانی مستقر در سطح شهر، دسترسی به زمین بلااستفاده بوده است. لذا می‌بینیم این جانمایی نادرست موجب عدم کمک به‌موقع به حادثه دیدگان می‌شود (زمان رسیدن به محل حادثه در هر ایستگاه شهر مشهد بین ۱۵-۵ دقیقه متفاوت است). (سازمان آتش‌نشانی شهرداری مشهد، ۱۳۸۷: ۵۵)

در این راستا پس از انجام مطالعات اولیه بر روی اسناد و مدارک موجود، عوامل و پارامترهـای مـؤثر بـر مکان گزینی ایستگاه‌های آتـش‌نـشانی شناسـایی شـده و بـا انتخـاب الگوهـا و مـدل‌هـای موجـود در علـوم برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی، الگوی مناسب جهت مکان‌یابی این نوع مراکز در سـطح شـهر و هـسته‌هـای جمعیتی پیرامونی پیشنهاد گردیده و مناسب‌ترین نقاط برای استقرار و طراحی این مراکز که پوشش عملکردی کامل را ایجاد می‌کند، تعیین گردد. (ایزارد، ۱۳۵۷: ۵۰-٤۸)

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این پژوهش از نوع توصیفی- تحلیلی است که جنبه کاربردی دارد و به شرح ذیل است.

۱- مطالعات کتابخانه‌ای (اسنادی و نظری)

۱-۱ مطالعات نظری از طریق بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای در سطح دانشگاه‌های معتبر، سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با موضوع پروژه و مراکز علمی – پژوهشی موجود در سطوح استانی و ملی.

۲-۱ بهره‌گیری از شبکه اینترنت به‌منظور استفاده از تجربیات ملی و فراملی.

۳-۱ بهره‌گیری از نظرات کارشناسان خبره و صاحب‌نظر در بحث‌های مربوط به خدمات ایمنی

۲-مطالعات میدانی شامل برداشت مختصات جغرافیایی برخی از داده‌های مکانی مانند شیرهای هیدرانت.

۳- استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار Arc GIS 9.3 جهت پیاده‌سازی فرایند مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی از طریق:۱-۳ استخراج شاخص‌های تأثیرگذار در ارائه الگوی مکان‌یابی مراکز پیشنهادی؛ ۲-۳ انتخاب نقاط بهینه جهت پیشنهاد با استفاده از روش‌های تصمیم سازی چندمعیاری. (وزارت کشور،۱۳۸۳: ٤)

٤- روش تجزیه‌وتحلیل اطلاعات: روش تحلیل در این تحقیق با استفاده از مدل منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی می‌باشد. این روش تلفیقی از روش‌های کمی و کیفی است.

بحث و نتایج

معیارهای اساسی مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی

در فرایند مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی پس از تحلیل وضع موجود کلیه ایستگاه‌های سطح شهر، پهنه‌های فاقد دسترسی مطلوب به این‌گونه خدمات با استفاده از مدل منطق فازی و فرایند تحلیل

سلسله‌مراتبی در ۳۱ شاخص و دسته‌بندی آن‌ها در ۵ معیار کلی زمان، کالبدی، جمعیت، فراوانی حریق‌ها و حوادث و عوامل طبیعی و زیرساختی مشخص شده‌اند. سپس با توجه به ضوابط تعیین‌کننده در مکان‌یابی ایستگاه‌ها، نظرات کارشناسان سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی و برداشت‌های میدانی محقق، نقاط بهینه در پهنه‌های موردنظر تعیین گردید (احمدی، ۱۳۷۰: ٤١).

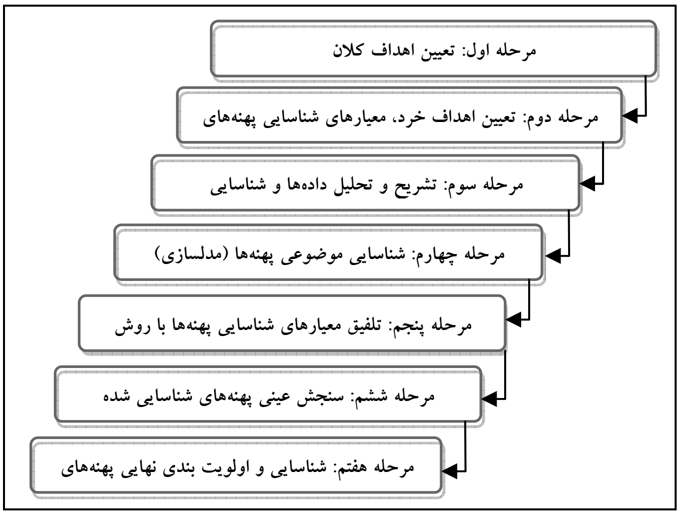
کلیه معیارهای ذکرشده از طریق مدل‌سازی فرایندی در قالب مدل‌های مکان‌یابی با استفاده از روش‌های فازی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تحلیل وضع موجود و شناسایی پهنه‌های ایجاد ایستگاه‌های جدید بکار رفته‌اند که در ادامه به‌تفصیل بیان خواهد شد (کولین، ١٣٦٦: ٣٥).

تحلیل فضایی - مکانی و فرایند مطالعه و شناسایی مکان‌های بهینه

پس از مشخص شدن عوامل و پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی پهنه‌های بهینه جهت احداث ایستگاه‌های جدید آتش‌نشانی در محدوده خدمات‌رسانی سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز بر اساس داده‌های موجود (۲۵ لایه اطلاعات مکانی و توصیفی) تشکیل گردیده است.این پایگاه اطلاعات در فرمت ژئودیتابیس[1] به‌عنوان یکی از فرمت‌های استاندارد سیستم اطلاعات جغرافیایی در نرم‌افزار Arc GIS ذخیره‌شده است.

فرآیند تحلیل ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود و مکان‌یابی پهنه‌های جدید

دیاگرام زیر به‌عنوان الگوی کلی مورداستفاده درروند شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید مورداستفاده قرارگرفته است.

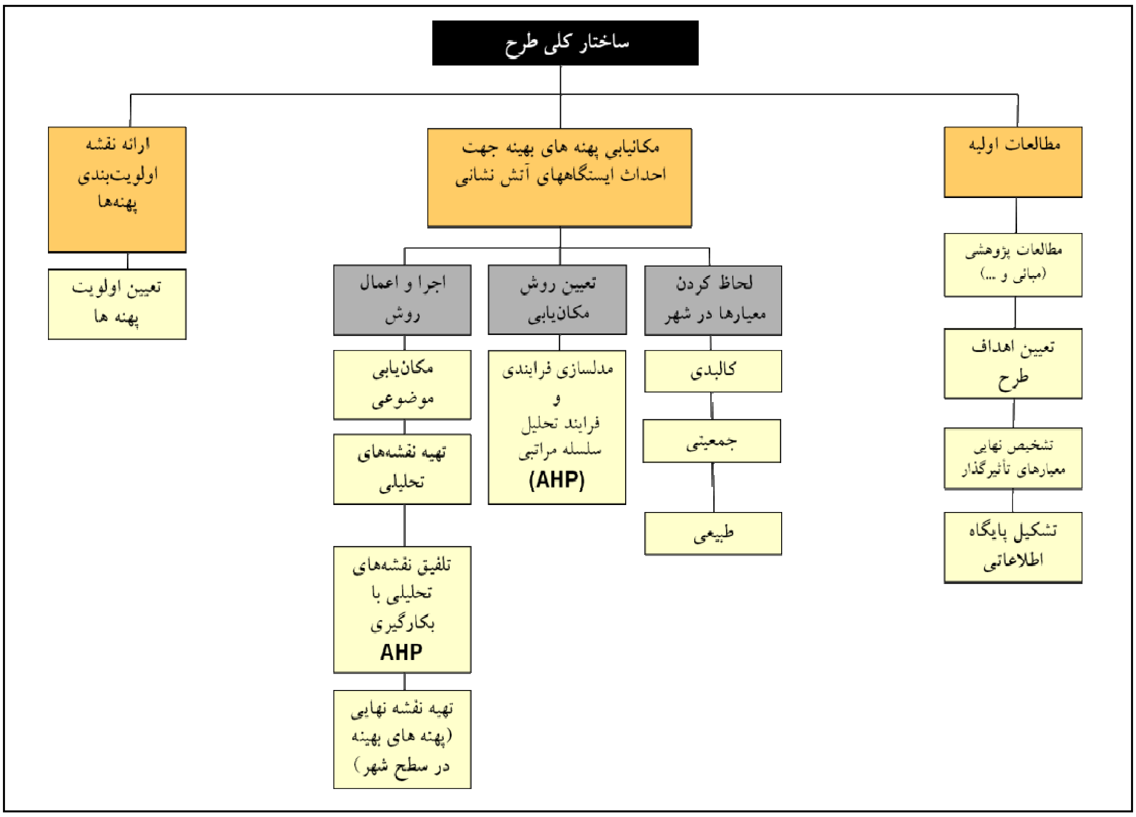


شکل ۱ الگوی کلی مورداستفاده درروند شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید

1 Geo database

مرحله ۱: تعیین هدف کلان

در این تحقیق هدف کلان بررسی و تحلیل وضعیت موجود ایستگاه‌های آتش‌نشانی در محدوده شهر مشهد و شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید است؛ به‌عبارت‌دیگر هدف شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید در مقیاس کل شهر از طریق ایجاد بانک اطلاعاتی جامع و با استفاده از سنجه‌– های عینی و بر اساس ساختار زیر می‌باشد. (پرهیزگار، ۱۳۷٦: ٦٤).



شکل ۲ ساختار کلی اجرای تحقیق

مرحله ۲: تعیین اهداف خرد، معیارهای شناسایی پهنه‌های بهینه و انتخاب مدل

در این مرحله جهت رسیدن به هدف کلی، آن را به اهداف جزءتر تقسیم می‌کنیم. موضوع مکان‌یابی در شهرها از عوامل بسیاری تأثیر می‌پذیرد. با توجه به وسعت و ابعاد مسئله مکان‌یابی اهداف خرد را به‌گونه‌ای اتخاذ می‌نماییم که تمام ابعاد مسئله را تحت پوشش قرار دهد. در نهایت پس از تعیین اهداف خرد، محدوده‌های شهر را به لحاظ چگونگی انطباق با آن‌ها مورد بررسی قرار داده و در نهایت پهنه موردنظر پهنه‌ای خواهد بود که در انطباق و هماهنگی با مجموع اهداف و معیارها مناسب‌ترین وضعیت را دارا باشد.

(پرهیزگار، ۱۳۷٦: ۲۷) در این راستا، تحلیل وضعیت موجود ایستگاه‌های آتش‌نشانی، شناسایی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید و اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل منطق فازی (Fuzzy Logic) و روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در محیط GIS صورت می‌گیرد.(دی[1]،۲۰۰۷:۱۰)

مرحله ۳: تشریح و تحلیل داده‌ها و شناسایی شاخص‌ها

درک ویژگی‌های درون هر عنصر و ارتباطات آن با عناصر دیگر پدیده بسیار مهم است، در این مرحله با تشریح و شناخت داده‌ها و تبدیل این داده‌ها به اطلاعات می‌توان به بینشی کلی در رابطه با پهنه‌های مناسب دست‌یافت. موضوع مهم در این قسمت تعیین شاخص‌ها در هریک از معیارهای اصلی می‌باشد. برای بیان اهمیت شاخص‌ها و نقش آن در بیان آماری پدیده‌ها ضروری است تا مفاهیم مربوط به متغیر و شاخص به‌طور دقیق‌تر روشن شود. متغیرها ارقام خاصی هستند که نمی‌توانند اولویت پهنه‌های شهر را در معیارهای انتخاب شده نشان دهند. درحالی‌که شاخص‌ها ارقامی هستند که برای اندازه‌گیری و سنجش نوسان‌های عوامل متغیر نسبت به واحد مشخصی مثلاً در طول زمان به کار می‌روند به‌عبارت‌دیگر با تبدیل متغیرها به سرانه‌ها، نسبت‌ها و درصدها می‌توان به شاخص‌سازی اقدام کرد. این شاخص‌ها امکان مقایسه پهنه‌های شهر، تعیین قابلیت و اولویت آن‌ها را فراهم می‌آورند.

تحلیل معیار زمان: معیار زمان دارای ۳ شاخص یا زیرمعیار است که در تعیین پهنه‌های بهینه جهت ایجاد ایستگاه‌های جدید در محدوده موردمطالعه از آن‌ها استفاده شده است.

الف) زمان رسیدن به محل حریق: پراکنش مکان وقوع حریق‌ها در سطح شهر به تفکیک مدت‌زمان رسیدن نیروهای آتش‌نشانی به محل نمایاننده محدوده‌های دارای دسترسی سریع به این‌گونه خدمات با توجه به اهمیت فراوان فاکتور زمان در این عملیات‌هاست (سازمان آتش‌نشانی شهرداری مشهد، ۱۳۸۷ :٦۵).

ب) زمان رسیدن به محل حادثه: پراکنش مکان وقوع حادثه‌ها در سطح شهر به تفکیک مدت‌زمان رسیدن نیروهای آتش‌نشانی به محل نمایاننده محدوده‌های خارج از دسترسی سریع به این‌گونه خدمات با توجه به اهمیت فراوان فاکتور زمان در این عملیات‌هاست (سازمان آتش‌نشانی شهرداری مشهد، ۱۳۸۷ :۵٦).

ج) ساعات وقوع حریق در طول روز: درصد حریق‌هایی که در سال ۸٦ در طول روز به ثبت رسیده حدود ٦۳٪ کل حریق‌ها را شامل می‌شود. با توجه به این مسئله که رسیدن به محل حریق در طول روز به دلیل شدت بار ترافیکی و فعال بودن ساکنین در شهر مشکل‌تر می‌باشد لذا محدوده‌هایی که تراکم بیشتر حریق‌ها در طول روز را داشته‌اند به‌عنوان محدوده‌هایی که نیاز به ایجاد ایستگاه‌های جدید دارند، وزن بیشتری را به خود اختصاص داده‌اند. (سازمان آتش‌نشانی شهرداری مشهد، ۱۳۸۷:۸۰)

---

1 Dey

تحلیل معیار اجتماعی: الف) تراکم جمعیت: شاخص تراکم جمعیت نشان دهندهٔ فشردگی جمعیت و تعداد افراد در واحد سطح می‌باشد. (بهشتی‌روی،۱۳۷٤: ۱۰-۱)

در این بررسی شاخص تراکم جمعیت با استفاده از نسبت جمعیت به مساحت حوزه‌ها بر اساس سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵ به تفکیک حوزه‌های آماری و همچنین مناطق مختلف شهرداری به‌دست‌آمده است. (مرکز آمار ایران،۱۳۸۵: ۹۰-۵۰)

ب) بعد خانوار: شاخص بعد خانوار به‌عنوان یکی از شاخص‌های تحلیل وضع موجود توزیع ایستگاه‌های آتش‌نشانی بکار رفته است. مناطق دارای بعد خانوار بالاتر دارای جمعیت بیشتری نسبت به سایر مناطق شهر می‌باشند. در این مطالعه شاخص بعد خانوار در حوزه‌های آماری و مناطق شهرداری بر اساس آمار سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵ بررسی شده است. مناطق ٥ و ٦ شهرداری بالاترین و مناطق ۱ و ۸ کمترین بعد خانوار را داشته‌اند. (مرکز آمار ایران،۱۳۸۵: ۹۰-۵۰)

ج) خانوار در واحد مسکونی: این شاخص بر اساس آمارهای سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵ به تفکیک حوزه‌های آماری و همچنین مناطق شهرداری بررسی شده است. بر این اساس و با توجه به نقشه‌های مربوطه، عمده‌ترین نواحی که تعداد خانوارهای بیشتری در یک واحد مسکونی زندگی می‌کنند شامل؛ حدفاصل بلوار شهید رستمی و بلوار ۱۷ شهریور و امتداد آن تا شهرک سیدی، محدوده اطراف حرم، قلعه ساختمان، کوی طلاب و ادامه آن در امتداد بلوار طبرسی تا حدفاصل گلشهر و محدوده اطراف محورهای سیمان و خواجه‌ربیع می‌باشد. با توجه به تقسیمات مناطق شهرداری بالاترین میانگین خانوار در واحد مسکونی در مناطق ۷، ۸ و ثامن می‌باشد. (مرکز آمار ایران،۱۳۸۵: ۹۰-۵۰)

تحلیل معیارکالبدی: الف) شعاع عملکردی ایستگاه‌های موجود: با توجه به‌سرعت متوسط وسایل نقلیه در شهرهای شلوغ و پر رفت‌وآمد (در حدود ۳۰ کیلومتر در ساعت) و وضعیت بافت شهری برای رسیدن به محل حادثه در حداقل زمان ۳ دقیقه شعاع عملکردی حدود ۱،٥ کیلومتر طی می‌شود. با توجه به اینکه مسیرها در شهر به‌صورت شعاعی و مستقیم نیست لذا شعاع عملکردی کوچک‌تر خواهد بود. با توجه به مسائل فوق اگر شعاع عملکردی را دایره‌ای به شعاع ۱۷٥۰ متر در نظر بگیریم، بسیاری از نواحی شهر مشهد خارج از شعاع عملکردی مفید ایستگاه‌های موجود خواهند بود. پهنه‌های خارج از دسترسی سریع می‌توانند به‌عنوان محدوده‌های نیازمند ایستگاه جدید در نظر گرفته شوند. (شهرداری تهران،۱۳۷٥: ٤۰-۳۸)

ب) شبکه معابر: تحلیل شبکه‌های دسترسی جهت شناسایی پهنه‌های بهینه برای ایجاد ایستگاه‌های جدید بر اساس امکان دسترسی سریع به محل حادثه در سه سطح شبکه‌های شریانی درجه یک، دسترسی‌های درجه دو و دسترسی‌های محلی انجام شده است. در تحلیل این شاخص مسافت کمتر از شبکه‌های اصلی اهمیت بیشتری دارد.

ج) بافت پرخطر: این شاخص از بررسی ۳ زیر شاخص، بافت‌های فرسوده، محلات اسکان غیررسمی و میانگین عرض معابر به‌دست‌آمده است.

میانگین عرض معابر: یکی از معیارهای شناسایی بافت‌های پرخطر پائین بودن میانگین عرض معابر در این بافت‌ها می‌باشد؛ به‌عبارت‌دیگر در این مناطق دسترسی‌ها با حداقل عرض و بدون رعایت سلسله‌مراتب دسترسی ایجاد می‌گردند. به‌منظور بررسی این ویژگی شاخص میانگین عرض دسترسی‌ها در هر حوزه مورد بررسی قرار گرفت.

از نظر میانگین عرض معابر هسته مرکزی در اطراف حرم و میدان شهدا به‌صورت شعاعی تا میدان امام حسین در شمال، میدان فردوسی در غرب، کوهسنگی در جنوب غربی و میدان امام خمینی درجنوب و همچنین در امتداد محور طبرسی (حدفاصل بلوار طبرسی و التیمور)، کمترین میانگین عرض معابر را داشته‌اند. در مناطق شهرداری نیز از نظر میانگین عرض معابر منطقه ثامن شهرداری با میانگین ۹,٤ متر و منطقه ۱۰ شهرداری با میانگین عرض معابر ٤۷,۰۷ متر به ترتیب کمترین و بیشترین میانگین عرض معابر را به خود اختصاص داده‌اند.

مناطق اسکان غیررسمی: محلات اسکان غیررسمی به دلیل وضعیت نابسامان کالبدی، شبکه‌های دسترسی کم‌عرض، نامنظم و اندامواره، بناهای فاقد استحکام و مشکلات ناشی از فقدان زیرساخت‌ها به لحاظ کالبدی به‌عنوان مناطق بالقوه پرخطر تلقی می‌شوند. این محلات از نظر برخورداری از خدمات پایین‌تر از میانگین سرانه خدمات شهری می‌باشند. محدوده این محلات به‌عنوان مناطق بهینه بالقوه در نظر گرفته‌شده است. احداث ایستگاه‌های جدید در این محدوده‌ها علاوه بر بهبود وضعیت خدمات‌رسانی در پیرامون شهر از فشار کاری ایستگاه‌های داخل شهر می‌کاهد.

بافت‌های فرسوده: محدوده بافت‌های فرسوده شهری بر اساس سه معیار صرفاً کالبدی (استحکام بنا، ریزدانگی و نفوذپذیری پائین) به تصویب کم ٥ رسیده است. این بافت‌ها به لحاظ کالبدی عمدتاً فرسوده می‌باشند. در مواقع بروز بحران خدمات‌رسانی به آن‌ها با مشکلات زیادی روبروست.

د) دانه‌بندی قطعات: از دیگر شاخص‌های کالبدی که در شناسایی پهنه‌های بهینه جهت ایجاد ایستگاه‌های جدید می‌تواند راهگشا باشد، فاکتور ریزدانگی و فشردگی کالبدی بافت است. هر چه میزان فشردگی بالاتر باشد، خدمات‌رسانی با مشکلات بیشتری روبروست. بدین لحاظ شعاع عملکردی ایستگاه‌ها کاهش می‌یابد؛ و محدوده‌های خلأ شناسایی می‌شوند. به‌منظور بررسی شاخص دانه‌بندی درصد قطعات مسکونی زیر ۱۰۰ مترمربع و زیر ۲۰۰ مترمربع نسبت به کل قطعات مسکونی بر اساس حوزه‌های آماری ۱۳۸٥ موردمطالعه قرار گرفت.

هـ) کاربری اراضی شهری: یکی دیگر از شاخصه‌های شناسایی پهنه‌های بهینه جهت احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی مشخص نمودن کاربری‌هایی است که می‌توان در آن‌ها ایستگاه را ایجاد کرد. مبنای چنین تصمیم‌گیری مباحث سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها، ایمنی، آسایش، کارایی، مطلوبیت و سلامتی است. بر این اساس کاربری‌هایی که جهت احداث ایستگاه مناسب می‌باشند به ترتیب اولویت وزن‌دهی می‌شوند و کاربری‌های ناسازگار کمترین وزن را دارند (شهرداری تهران،۱۳۷۵: ٤۰-۳۸). کاربری اراضی در یک سطح، پهنه‌های مناسب را مشخص می‌کنند و در سطحی دیگر در هر یک از پهنه‌ها محل احداث ایستگاه را مشخص می‌کنند.

تحلیل فراوانی حریق‌ها و حوادث بر اساس مکان وقوع آن‌ها

در این بخش لایه اطلاعاتی به‌دست‌آمده حاصل تحلیل مکان وقوع حریق‌ها و حوادث در سطح شهر بر اساس آمار سال ۸٦ سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی می‌باشد. حوادث و حریق‌هایی که بیشترین فراوانی را طبق آمار کد تصرف داشته‌اند انتخاب شده و پراکنش فضایی آن‌ها در سطح شهر موردمطالعه قرارگرفته است.

تحلیل طبیعی و زیست‌محیطی

شیب: ساخت‌وساز در مکان‌های با شیب تند و یا مناطقی که دارای تغییرات شدید شیب می‌باشند چنانچه با رعایت اصول شهرسازی همراه نباشد به هنگام حوادث طبیعی و زیست‌محیطی بسیار آسیب‌پذیر می‌باشند ایستگاه‌های آتش‌نشانی باید در مناطق مناسب ساخته شوند تا در مواقع بروز بحران خود دچار آسیب نشوند. مناسب‌ترین شیب جهت ایجاد ایستگاه شیب ۰ تا ٥ درصد می‌باشد؛ بنابراین شاخص موردنظر به‌منظور اولویت‌بندی محدوده‌های شیب زمین، درصد می‌باشد.

نزدیکی به گسل: گسل‌ها از نظر طول به سه دسته تقسیم می‌شوند، دسته اول طولی بیش از ۱۰ کیلومتر، دسته دوم بین ۲ تا ۱۰ کیلومتر و دسته سوم کمتر از ۲ کیلومتر طول دارند. انواع حریم‌ها، منطقه‌ای در اطراف گسل را به‌عنوان منطقه ممنوعه که تحت تأثیر مستقیم فعالیت گسل است، از امکان ساخت‌وساز ممنوع می‌گرداند. با فاصله از گسل درصد خطرپذیری کمتر خواهد شد معمولاً تا فاصله ۲ کیلومتری خطر بالا، ۲ تا ٤ کیلومتری خطر پایین، ٤ تا ٦ کیلومتری خطر کم‌وبیش از ٦ کیلومتر فاصله، پهنه‌ای بی‌خطر محسوب می‌شود (شرکت عمران شهرهای جدید، ۱۳۸٥: ٤٥).

حریم مسیل: از دیگر مشکلات طبیعی جهت مکان‌یابی ایستگاه آتش‌نشانی، قرارگیری در حریم مسیل‌ها و کال‌ها می‌باشد. دو مسیل عمده در محدوده شهر مشهد عبارت‌اند از: کال چهل‌بازه که از امتداد بند گلستان در مسیر بزرگراه امام علی شروع و به رودخانه کشف‌رود در نزدیکی روستای سیس آباد می‌پیوندد و کال

قره‌خان که از امتداد سد طرق شروع شده و پس از گذر از قسمت جنوب شرقی و شرق مشهد به کشف‌رود می‌پیوندد.

حریم خطوط نیرو: قرارگرفتن در حریم خطوط فشارقوی برق به‌عنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی و عدم ایمنی ایستگاه آتش‌نشانی مدنظر می‌باشد. حریم این شبکه با استفاده از نقشه مسیر خطوط فشارقوی که از شرکت برق مشهد تهیه شده است، موردمطالعه قرار گرفت.

شیرهای هیدرانت، چاه‌های آب فعال و پمپ‌های آب موجود در سطح شهر

شیرهای هیدرانت به‌عنوان یکی از منابع تأمین‌کننده آب در مناطقی که امکان ورود ماشین‌های آتش‌نشانی وجود ندارد و یا تأمین آب ماشین‌ها دارای اهمیت می‌باشد. البته شیرهای هیدرانت به تعداد محدودی با توجه به سرانه استاندارد در سطح شهر وجود دارند که آن هم در مناطق مرکزی شهر متمرکز شده‌اند.

مرحله ٤: شناسایی موضوعی پهنه‌های بهینه (مدل منطق فازی)

تا این مرحله اهداف، فرآیند شناسایی و داده‌های مورد نیاز و شاخص‌های مؤثر در شناسایی پهنه‌های بهینه معرفی شده‌اند و وضعیت نسبی محدوده‌های شهر از لحاظ هر یک از شاخص‌ها مورد بررسی قرارگرفته‌اند. در فرآیند تصمیم‌گیری، پهنه بهینه محدوده‌ای است که در بررسی مجموع عوامل و معیارهای شناسایی دارای بهترین شرایط باشد. در این مرحله باید شرایطی را فراهم آورد تا جمع کلیه شاخص‌های مؤثر امکان‌پذیر باشد؛ بنابراین باید ارزش محدوده‌های شهر از لحاظ هر یک از شاخص‌ها به‌صورت کمی با واحد یکسان با سایر شاخص‌ها مشخص شود.

روش منتخب به‌منظور ارزش‌گذاری لایه‌های موضوعی، منطق فازی است که شرح فواید استفاده از آن در مطالب قبل تشریح شده است. محدوده‌های شهر در هر یک از لایه‌ها در فاصله‌ای بین ۰ تا ۱ ارزش‌گذاری می‌شود. امتیاز هر مکان بر حسب نوع داده‌ها که ممکن است پیوسته یا گسسته باشد، به آن تخصیص می‌یابد. در این روش با استفاده از تحلیل‌های فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی هر یک از شاخص‌ها به لایه‌های رستری[1] با سلول‌های ۵۰ در ۵۰ مترمربع تبدیل شده و به هر سلول با توجه به شاخص مربوطه ارزشی بین ۰ تا ۱ داده می‌شود و هر چه ارزش یک سلول به یک نزدیک‌تر باشد نشان دهنده دارا بودن ویژگی‌های مکان بهینه بر اساس آن شاخص است. (نوواک[2]،۲۰۰۵:۳٤۱)

1 Raster
2 Novak

نوع ارزش‌گذاری در هر شاخص براساس ماهیت آن و اصول و ضوابط، محدودیت‌ها و امکانات و نوع استفاده از آن شاخص در رابطه با هدف شناسایی پهنه‌ها متفاوت خواهد بود که در هر یک از شاخص‌ها به آن اشاره می‌شود.

مرحله پنجم: تلفیق معیارهای شناسایی پهنه‌های بهینه (مدل AHP)

روش تلفیق معیارهای شناسایی پهنه‌های بهینه شهری پس از ارزش‌گذاری موضوعی پهنه شهر، مدل کمی AHP است. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) تکنیکی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد مورداستفاده قرار می‌گیرد. این روش ارزیابی چند معیاری ابتدا در سال ۱۹۸۰ توسط توماس آل ساعتی پیشنهاد گردید و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است (ساعتی[1] ،۵:۲۰۰۸)

از دلایل استفاده بیشتر از AHP می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: سادگی، انعطاف‌پذیری، امکان سازماندهی، سلسله‌مراتبی عناصر یک سیستم، امکان استفاده از معیارهای کمی و کیفی به‌طور همزمان، قابلیت کنترل کردن سازگاری منطقی قضاوت‌های استفاده شده در تعیین اولویت‌ها، امکان رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها و امکان به‌کارگیری نظرات گروهی در اولویت‌بندی.

چهارچوب مفهومی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

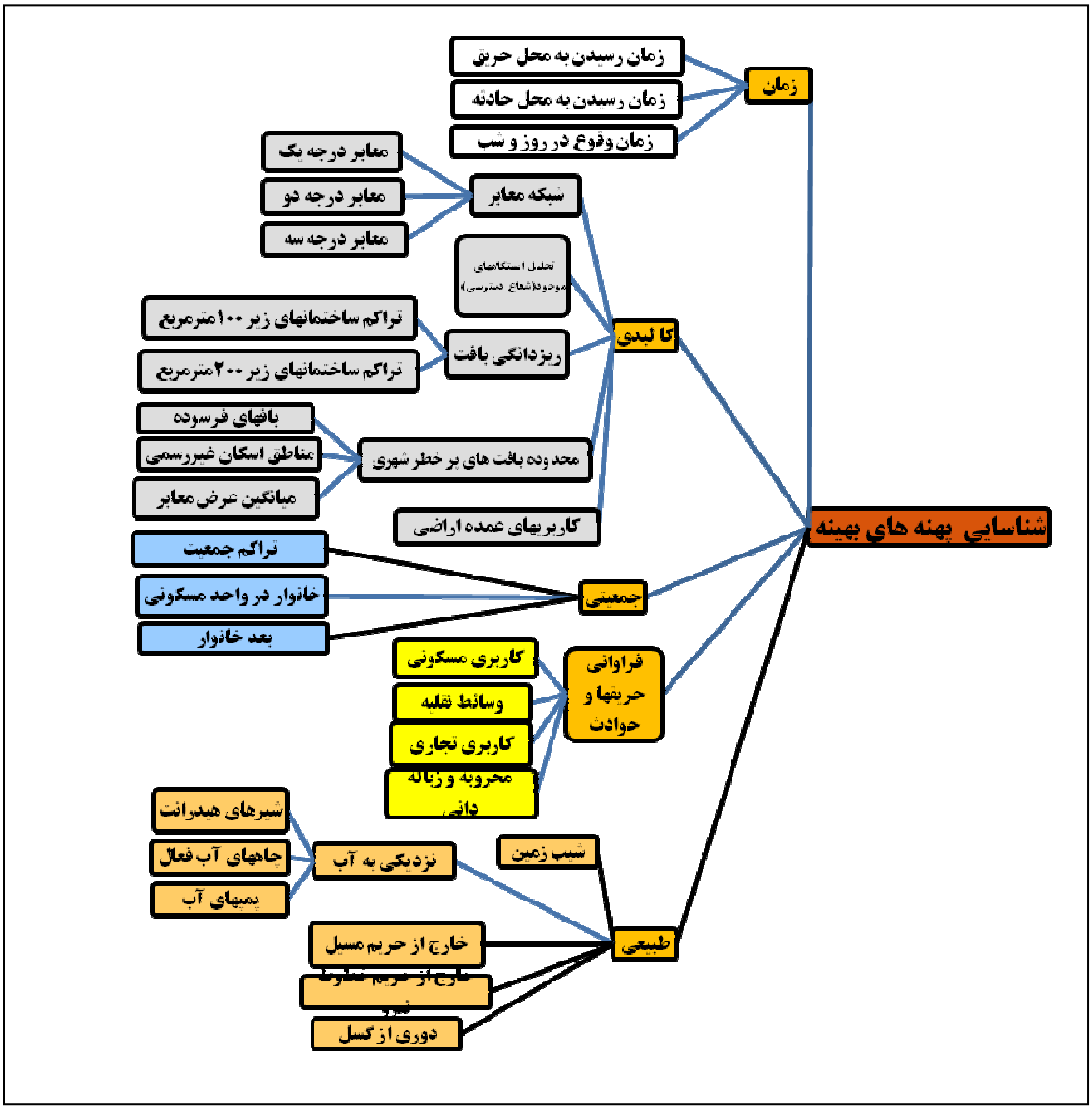
فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی با شناسایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شروع می‌شود. این عناصر شامل هدف، معیارها با مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی به کارگرفته می‌شوند. فرآیند شناسایی عناصر و ارتباط بین آن‌ها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی می‌شود «ساختن سلسله‌مراتبی» نامیده می‌شود (کافری[2] ،۲۰:۲۰۷۷).

مراحل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

ساختن سلسله‌مراتبی: در اولین قدم ساختار سلسله‌مراتبی مربوط به موضوع را مشخص می‌کنیم (شکل ۳) تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به یک «ساختار سلسله‌مراتبی» مهم‌ترین قسمت فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی محسوب می‌شود. در این قسمت با تجزیه مسائل مشکل و پیچیده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی آن‌ها را به شکل ساده که با ذهن و طبیعت بشری مطابقت دارد تبدیل می‌کند؛ به‌عبارت‌دیگر فرآیند تحلیل

1 Saaty
2 Cafrey

سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزئی که به‌صورت سلسله‌مراتبی به هم مرتبط بوده و ارتباط هدف اصلی مسئله با پایین‌ترین سطح سلسله‌مراتبی مشخص است به شکل ساده‌تری درمی‌آورد.



شکل ۳ ساختار سلسله مراتبی شناسایی پهنه‌های بهینه جهت ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی

تبیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها

برای تعیین وزن هر یک از معیارهای کلی از روش ارزیابی داوران استفاده شده است. لذا با ۳۰ نفر از مسئولین و کارشناسان خبره ذی‌ربط مصاحبه استاندارد انجام شد بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اهمیت نسبی هر

یک از معیارها نسبت به هم به دست آمد، سپس با استفاده از مدل AHP و استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن هریک از معیارهای کلی به دست آمد که ذیلاً به‌تفصیل بیان شده است (ساعتی،۲۰۱۰:۱۰) به‌منظور تعیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها و زیر معیارها، دو به دو آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. مبنای قضاوت در این امر مقایسه‌ای جدول ۹ کمیتی زیر است که براساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری معیار i نسبت به معیار j، aij تعیین می‌شود.

جدول ۱ مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها (توفیق، ۱۳۷۳: ۲٤) به نقل از توماس آل ساعتی

امتیاز شدت اهمیت	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت i بیشتر از j است
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت i خیلی بیشتر از j است
۷	اهمیت خیلی بیشتر	در عمل ثابت شده که اهمیت i خیلی بیشتر از j است
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به‌طور قطعی به اثبات رسیده است
۲ و ٤ و ٦ و ۸	مقادیر بینابین	هنگامی‌که حالت‌های میانه وجود دارد

مقایسه دو به دو در یک ماتریس $n * n$ (در این حالت ٦*٦) ثبت می‌شوند و این ماتریس، (ماتریس مقایسه دو دوئی معیارها) $A=a_{ij}$ نامیده می‌شود. عناصر این ماتریس همگی مثبت بوده و با توجه به اصل «شروط معکوس» در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (اگر اهمیت i نسبت به j برابر k باشد. اهمیت عنصر j نسبت به i برابر $\frac{1}{k}$ خواهد بود). عناصر قطر این ماتریس، با توجه به اهمیت برابر هر معیار نسبت به خود در دستیابی به هدف، برابر با ۱ است. برای محاسبه ضریب اهمیت معیارها چهار روش عمده زیر مطرح هستند:

۱- روش حداقل مربعات

۲- روش حداقل مربعات لگاریتمی

۳- روش بردار ویژه

٤- روش‌های تقریبی

از روش‌های فوق روش بردار ویژه بیشتر مورداستفاده قرارگرفته است؛ اما اگر ماتریس A دارای ابعاد بزرگی باشد مانند مسئله حاضر، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه طولانی و وقت‌گیر خواهد بود. مگر آنکه از نرم‌افزارهای کامپیوتری برای حل آن کمک گرفته شود. در این بخش نیز از نرم‌افزار Expert choice که نرم‌افزار تخصصی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است استفاده نموده و مقادیر زیر برای ضریب اهمیت معیارها به‌دست‌آمده است. (چان ۲٫۵۱:۲۰۱۰) همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مجموع ضریب اهمیت معیارها معادل ۱ است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارهاست.

برای به دست آوردن ضرایب اهمیت زیر معیارها نیز همان مراحل قبل را انجام می‌دهیم. در مرحله بعد برای به دست آوردن ضریب اهمیت هر زیر معیار در کل مجموعه، ضرایب به‌دست‌آمده برای هر زیر معیار را در ضریب اهمیت معیار اصلی مربوطه ضرب می‌نماییم. در این مرحله نیز مجموع ضرایب اهمیت تمامی زیر معیارها برابر با یک می‌شود.

جدول ۲ ضریب اهمیت زیر معیارها براساس مدل AHP

عنوان	معیار	وزن	شاخص	وزن	ریز شاخص	وزن
شناسایی مکان‌های بهینه جهت احداث ایستگاه آتش‌نشانی	زمان	۰,۶۳۱	زمان رسیدن به محل حریق	۰,۷۷۳		
			زمان رسیدن به محل حادثه	۰,۱۶۰		
			تراکم وقوع حریق و حادثه در روز	۰,۰۶۷		
	کالبدی	۰,۱۴۹	شعاع عملکردی ایستگاه‌های موجود	۰,۳۳۲		
			شبکه دسترسی‌های شهری	۰,۲۴۰	شریانی درجه ۱	۰,۷۷۵
					شریانی درجه ۲	۰,۱۷۸
					شریانی درجه ۳	۰,۰۴۷
			کاربری اراضی شهری	۰,۲۰۵		
			ریزدانگی و تعداد ساختمان‌ها	۰,۱۳۰	تعداد کل ساختمان‌ها	۰,۵۵۰
					ساختمان‌های کمتر از ۱۰۰ م م	۰,۲۵۰
					ساختمان‌های کمتر از ۲۰۰ م م	۰,۲۰۰
			بافت پر خطر	۰,۰۹۳	بافت فرسوده	۰,۵۲۳
					محلات اسکان غیررسمی	۰,۲۸۴
					میانگین عرض معابر	۰,۱۹۳
	جمعیتی	۰,۱۳۱	تراکم جمعیتی	۰,۷۸۵		
			خانوار در واحد مسکونی	۰,۱۶۱		
			بعد خانوار	۰,۰۵۳		
	فراوانی حریق‌ها و حوادث	۰,۰۶۵	وسائط نقلیه حوادث و حریق‌ها در کاربری تجاری مخروبه و زباله‌دانی	۰,۷۷۳ ۰,۱۶۰ ۰,۰۶۷		
	طبیعی و زیرساختی	۰,۰۲۴	منابع آب	۰,۳۰۱	شیرهای هیدرانت	۰,۴۲۴
					چاه‌های آب	۰,۳۵۵
					پمپ‌های آب	۰,۲۲۱
			مسیل‌ها و کال‌ها	۰,۲۷۴		
			خطوط فشارقوی	۰,۱۹۵		
			شیب زمین	۰,۱۸۶		
			گسل	۰,۰۴۴		

ضریب اهمیت زمان WA = ۰/۶۳۱

ضریب اهمیت کالبدی WB = ۰/۱۴۹

ضریب اهمیت جمعیتی WC = ۰/۱۳۱

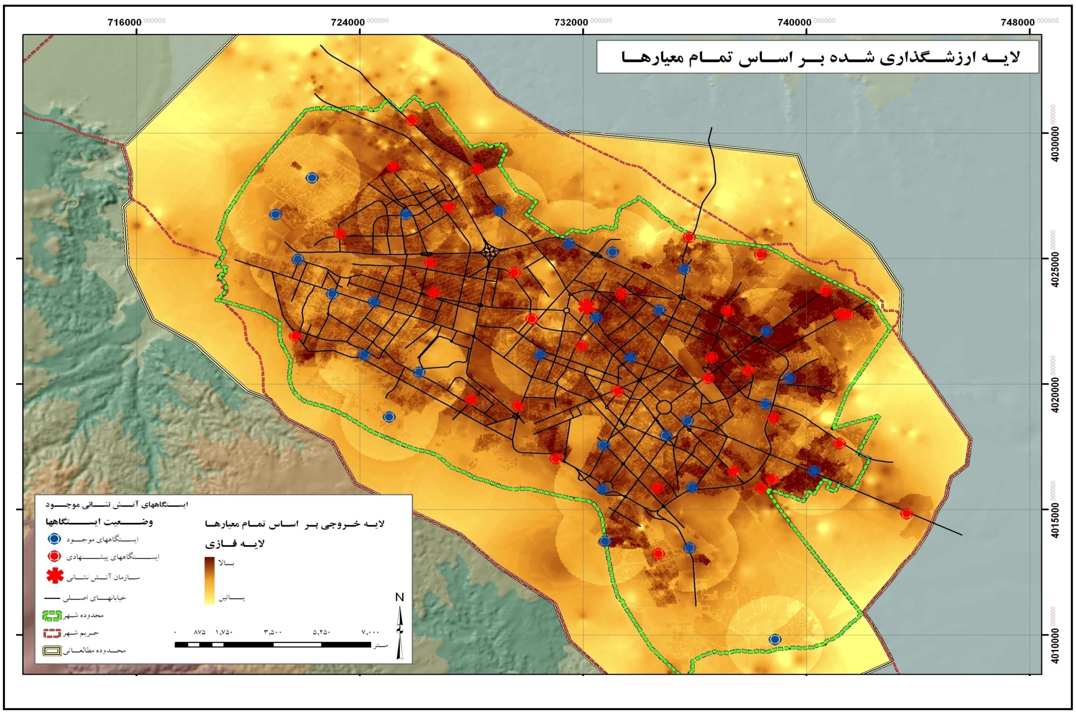
ضریب اهمیت فراوانی حریق‌ها و حوادث WD = ۰/۰۶۵

ضریب اهمیت طبیعی و زیرساختی WD = ۰/۰۲۴

با ضرب هر یک از ضرایب در ارزش هر یک از پیکسل‌ها در نقشه و یا لایه فازی شده آن، ارزش‌گذاری موضوعی پهنه‌های شهر با اعمال ضرایب اهمیت آن‌ها حاصل می‌شود که در نهایت تمام لایه‌های به‌دست‌آمده با هم جمع گردیده و ارزش نهایی هر نقطه حاصل می‌شود.

$\sum_{i=۱}^{n} A_i = A_۱ + A_۲ + A_۳ + ... + A_{۲۴}$ = ارزش پیکسل (A)، Ai = ارزش پیکسل A در زیر معیار i، n = تعداد شاخص‌ها

با توجه به ضرایب به‌دست‌آمده، نقشه تلفیقی زیرمعیارها در هر یک از معیارهای اصلی تهیه شده است. این نقشه‌ها در واقع ارزش‌گذاری محدوده را از منظر پهنه‌های بهینه به تفکیک معیارهای اصلی نمایش می‌دهند. سپس این پنج نقشه از معیارهای کلی با توجه به وزن هر یک از معیارها مجدداً تلفیق‌شده و نقشه ارزش‌گذاری شناسایی پهنه‌های بهینه بر اساس کل معیارها به دست می‌آید.

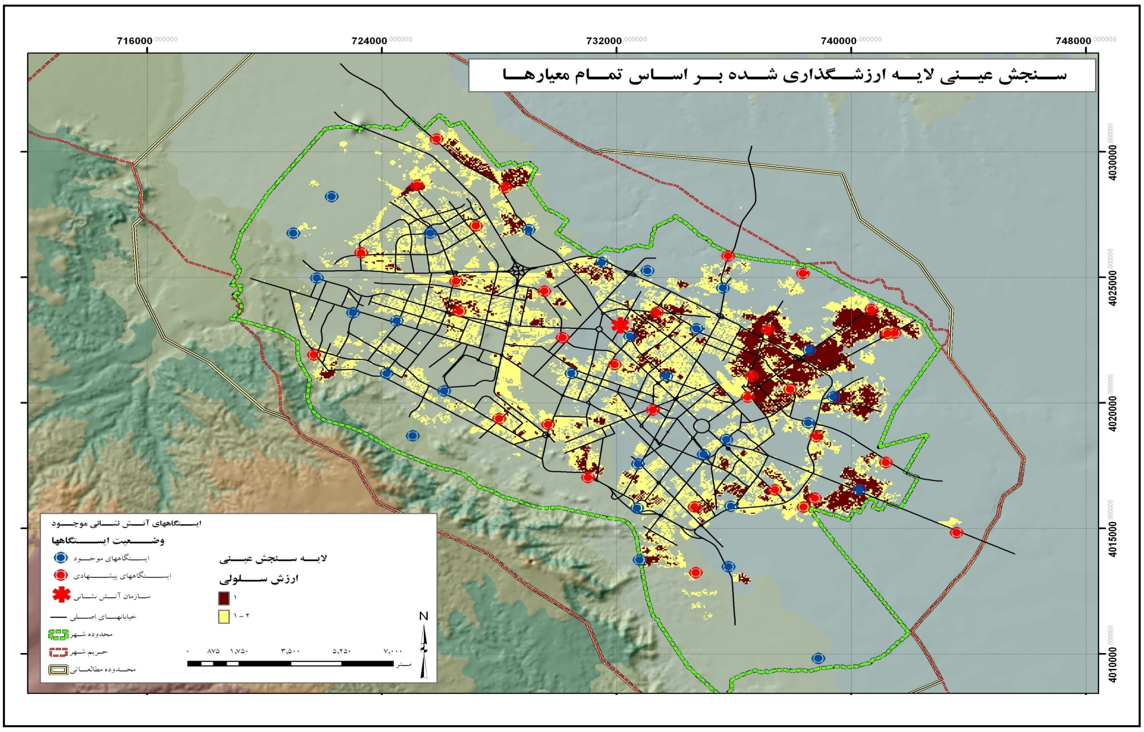


نقشه ۱ لایه ارزش‌گذاری شده بر اساس تمام معیارها

مرحله ششم: سنجش عینی پهنه‌های شناسایی شده

در این مرحله، نقشه ارزش‌گذاری شده به‌منظور شناسایی پهنه‌های بهینه طبقه‌بندی شده است. در این طبقه‌بندی پیکسل‌هایی که ارزش آن‌ها نزدیک به یک یعنی دارای وضعیت بهتر از نظر کلیه معیارها نسبت به سایر محدوده‌ها بوده‌اند به‌عنوان پهنه‌های بهینه در نظر گرفته‌شده‌اند این طبقه‌بندی براساس تابع شکست طبیعی ۱ از توابع GIS انجام شده است (جنکس ۲،۱۸۶:۲۰۰۷). به عبارتی جاهایی که تفاوت معنی‌داری

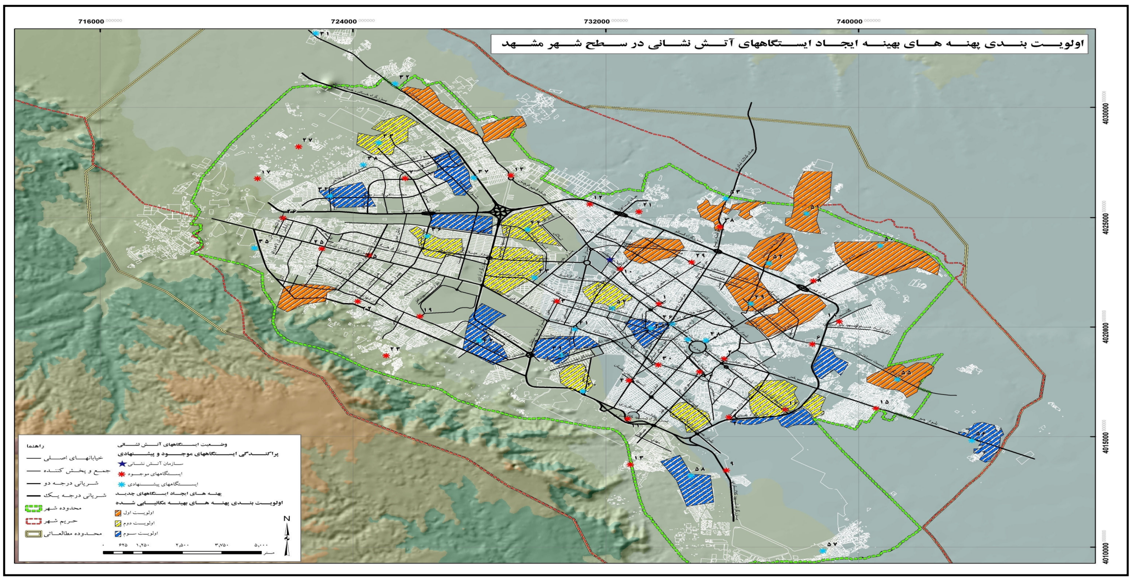
نسبت به سایر مناطق داشته‌اند به‌عنوان پهنه‌های بهینه محسوب می‌شوند. پس از ارزش‌گذاری کل محدوده براساس کلیه معیارها برخی از محدوده‌ها مانند پادگان‌ها، فرودگاه، زندان، دانشگاه، حرم و قسمت‌های خالی از جمعیت (اراضی کشاورزی پیرامون محدوده شهر) به دلایل شرایط خاص خود چنانچه ارزش‌های نزدیک به یک کسب کرده‌اند از نقشه ارزش‌گذاری شده حذف شده‌اند تا نقشه پهنه‌بندی شده با واقعیت تطابق پیدا کند.



نقشه ۲ سنجش عینی لایه ارزش‌گذاری شده بر اساس تمام معیارها

مرحله هفتم: شناسایی نهایی پهنه‌های بهینه

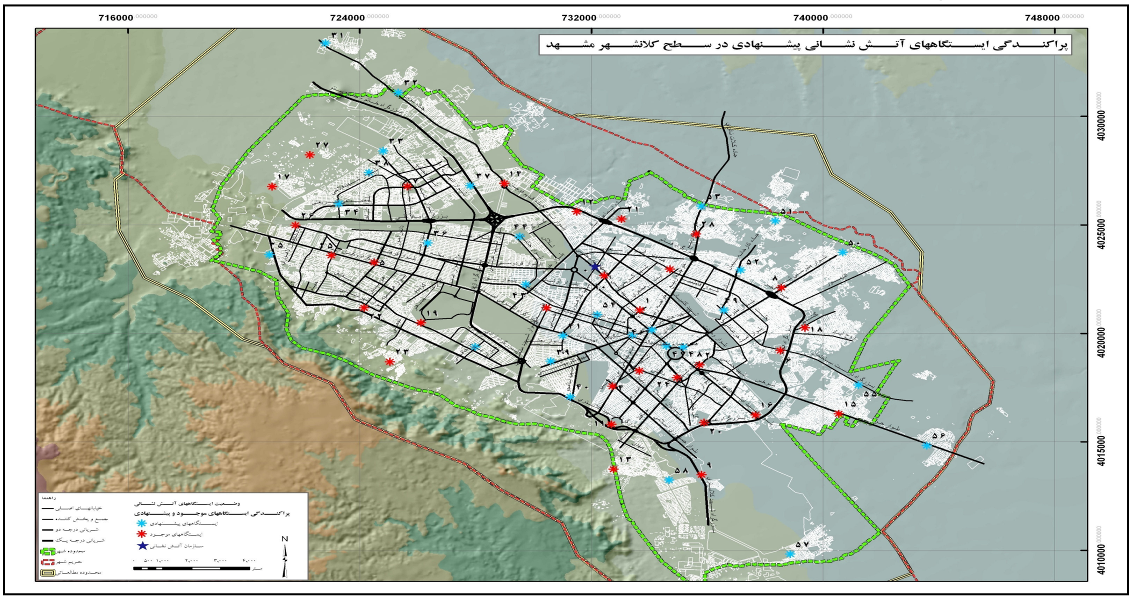
پس از مرحله سنجش عینی پهنه‌های نهائی مشخص شدند. این محدوده‌ها شامل ۱۷ پهنه هستند که در مناطق مختلف شهر مشهد پراکنده‌اند. اولویت‌های نخست در محدوده‌های پیرامونی انتخاب شده‌اند. این پهنه‌ها در محدوده محور قدیم قوچان در شمال شهر، محدوده محور قدس و آزادگان، محدوده خواجه‌ربیع، جاده سیمان، بلوار طبرسی، بلوار التیمور، گلشهر و نواحی داخلی نزدیک به کمربند صدمتری و محدوده قلعه‌ساختمان، قلعه‌خیابان و طرق و سیدی در شرق و جنوب شرقی شهر و محدوده نه‌دره در جنوب غرب که در نقشه شماره ۳ پهنه‌های بهینه را در محدوده شهر مشهد نشان می‌دهد.



نقشه ۳ اولویت‌بندی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سطح شهر مشهد

مرحله هشتم: شناسایی و اولویت‌بندی مناطق بهینه

پس از تعیین پهنه‌های بهینه که محدوده بافت‌های دارای مشکل خدمات شهری را نشان می‌دهد این مناطق بر اساس گستردگی و جمعیت تحت پوشش در ۳ طبقه در نقشه مربوطه (نقشه شماره ۳) اولویت‌بندی شده‌اند. سپس بر اساس ضوابط تعیین‌کننده مکان ایستگاه‌ها، نظرات کارشناسان سازمان آتش‌نشانی و برداشت‌های میدانی محقق، نقاط بهینه در پهنه‌های موردنظر مطابق با نقشه شماره ٤ تعیین گردیدند.



نقشه ٤ پراکندگی ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهادی در سطح شهر مشهد

موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی جدید

بر اساس نقشه شماره ٤، تعداد ۲۸ نقطه بهینه جهت ایجاد ایستگاه جدید به شرح ذیل مشخص گردیدند. شماره ایستگاه‌های پیشنهادی جدید در ادامه شماره ایستگاه‌های قبلی (موجود) می‌باشد.

ایستگاه ۳۱- ابراهیم‌آباد، ایستگاه ۳۲-زرکش، ایستگاه ۳۳- میثاق، ایستگاه ۳٤- تربیت، ایستگاه ۳۵- برونسی، ایستگاه ۳٦- سید رضی، ایستگاه ۳۷-رازی، ایستگاه ۳۸-فلاحی ٤۰، ایستگاه ۳۹- سیم‌تری اول، ایستگاه ٤۰- بهشتی جهاد، ایستگاه ٤۱-میدان احمدآباد، ایستگاه ٤۲- رضاشهر، ایستگاه ٤۳-میدان سجاد، ایستگاه ٤٤-ساجدی، ایستگاه ٤۵- میدان سعدی، ایستگاه ٤٦-میدان شهدا، ایستگاه ٤۷-شیرازی حرم، ایستگاه ٤۸- طبرسی حرم، ایستگاه ٤۹-رسالت، ایستگاه ۵۰-التیمور، ایستگاه ۵۱- جاده سیمان، ایستگاه ۵۲- نوغان، ایستگاه ۵۳- خلق آباد، ایستگاه ۵٤-مجد، ایستگاه ۵۵-۷۵ متری رضوی، ایستگاه ۵٦-باهنر، ایستگاه ۵۷-طرق، ایستگاه ۵۸-صبا

نتیجه‌گیری

بر اساس فرایند تحلیل ایستگاه‌های آتش‌نشانی موجود و مکان‌یابی پهنه‌های بهینه ایجاد ایستگاه‌های جدید در شهر مشهد (مراحل هشت‌گانه) ابتدا اهداف کلان و خرد مشخص گردیدند. سپس معیارهای شناسایی پهنه‌های بهینه در ۳۱ شاخص که در پنج معیار اصلی زمان، کالبدی، جمعیت، فراوانی حریق‌ها و حوادث، عوامل طبیعی و زیرساختی دسته‌بندی‌شده‌اند مورد بررسی قرار گرفت. پس از تعیین شاخص‌های مؤثر، به تحلیل وضع موجود کلیه ایستگاه‌های سطح شهر و پهنه‌های فاقد دسترسی مطلوب به این‌گونه خدمات پرداخته شد. در مرحله بعد، با بررسی مدل‌ها و روش‌های مختلف و به‌منظور ارزیابی و ترکیب معیارها و شاخص‌های مورداستفاده و دست‌یافتن به پهنه‌های نهایی، از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و مدل منطق فازی استفاده شده است. در ادامه و بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته بر روی ٤۲ لایه اطلاعاتی تولید شده در محیط GIS و بر مبنای مدل‌های تعیین شده، ۱۷ پهنه بهینه جهت ایجاد ایستگاه‌های جدید انتخاب شدند. در مرحله پایانی بر اساس ضوابط تعیین‌کننده مکان گزینی ایستگاه‌ها، نظرات کارشناسان سازمان آتش‌نشانی و برداشت‌های میدانی محقق، علاوه بر ۳۰ ایستگاه آتش‌نشانی موجود (تا سال ۱۳۸٦) ۲۸ نقطه بهینه جهت ایجاد ایستگاه جدید (نقشه شماره ٤) تعیین و پیشنهاد گردیده است. ازآنجایی‌که اولویت ایجاد ایستگاه‌های پیشنهادی (از بعد زمانی) نیازمند یک اولویت‌بندی برای آن‌ها می‌باشد. لذا اولویت ایجاد ایستگاه‌های جدید بر حسب شماره در نقشه شماره ٤ مشخص‌شده است.

کتابنامه

احمدی، اردشیر؛ ۱۳۷۰. مکان گزینی نقاط استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی در تهران. مجله روش. شماره ۹. ص ٤۱.

ایزارد، والتر؛ ۱۳۵۷. روش‌های تحلیل منطقه‌ای. ترجمه کاظم‌زاده صمیمی. تهران: انتشارات دانشگاه ملی ایران. ص ٤۸-۵۰.

بهشتی‌روی، مجید؛ ۱۳۷٤. ضوابط مکان گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرهای کشور. انتشارات وزارت کشور. ص ۱ تا ۱۰.

بیات، محمد؛ ۱۳۷۵. سازمان‌های خدمات ایمنی و آتش‌نشانی کشورهای اروپایی. تهران: انتشارات انوار. ص ۲۰-۱۰.

پرهیزکار، اکبر. ۱۳۷٦. ارائهٔ الگوی مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدل‌ها و GIS شهری. رسالهٔ دکتری دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ص ٦٤-۲۷.

سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری مشهد؛ ۱۳۸۷. آمار مرکز عملیات سازمان آتش‌نشانی. ص ۸۰-۵۵.

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور؛ ۱۳۷۸. ماهنامه شهرداری‌ها. شماره ۱۰. ویژه‌نامه آتش‌نشانی. ص ۲۵-۱۵.

لی، کولین؛ ۱۳٦٦. مدل‌ها در برنامه‌ریزی شهری. ترجمه عباس‌زادگان، مصطفی. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ص ۳۵.

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۸۵. نتایج تفصیلی سرشماری نفوس و مسکن. ص ۹۰-۵۰.

شهرداری مشهد؛ ۱۳۹۱. آمارنامه سال ۱۳۹۱. ص ۲٤٦.

شهرداری تهران؛ ۱۳۷۵. مطالعهٔ مقدماتی نحوهٔ توسعهٔ ایستگاه‌های آتش‌نشانی در تهران. مجله بی‌تا. شماره ۹. ص ٤۰-۳۸

وزارت کشور؛ ۱۳۸۳. ارائه مدل و ضوابط مکان گزینی ایستگاه‌های آتش‌نشانی. پرهیزگار، اکبر. تهران.ص ۵-٤.

Ahmadi, A., 1991. The location of fire stations and safety services in Tehran. Journal of Ravesh 9, 41.

Ayzard, Walter., 1987. Regional analysis. translation Kazemzadeh samimi. Tehran. National University Press, 48-50.

Bayat, M., 1996. Fire safety services organizations in Europe. Tehran. anvar. S20-10.

Bhshtyravy, M., 1995. Criteria location of fire stations in the city. The Interior Ministry. 1 - 10.

Caffrey, J.J., 2005. "Test Run: The Analytic Hierarchy Process". MSDN Magazine. Retrieved 2007-08-21.

Chan, F. T. S.; Chan, H. K., 2010. "An AHP model for selection of suppliers in the fast changing fashion market". The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 51 (9–12): 1195.

Department of the Interior., 2004. Site selection criteria model and fire stations. parhizgar. Akbar. Tehran.

Dey, P., 2003. Analytic hierarchy process analyzes risk of operating cross-Country petroleum pipelines in India". Natural Hazards Review. Retrieved 2007-08-20.
Jenks, G., 1967. "The Data Model Concept in Statistical Mapping". International Yearbook of Cartography 2007: 186.
Lee, Colin., 1987. Models in urban planning. translating Baszadgan. Mostafa. Tehran University Jihad Press. pp35.
Lewis, R.J., 1986.The application of microcomputers to fire station location planing international Fire Chief 52(no.2): PP.18-21.
Mashhad Municipality., 2002. Yearly Statistical Report, p246.
Municipalities and Dehyary country. 1999. Municipalities Magazine 10. Especially a fire, 25-15.
Novák, V., 2005. Are fuzzy sets a reasonable tool for modeling vague phenomena?". Fuzzy Sets and Systems 156, 341—348.
parhizkar, Akbar., 1997. Model locate in urban centers with models and GIS in urban research. Tarbiat Modarres University doctoral dissertation. Tehran, 64-27.
Pp. 5-4.
Reilly, J.M., 1985. Development and application of a fire station plcement model. Fire Technology 21 (no 3), 181-198.
Saaty, T.L., 2010. Principia Mathematica Decernendi: Mathematical Principles of Decision Making. Pittsburgh. Pennsylvania: RWS Publications.
Saaty, T.L.; Peniwati, K., 2008. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences. Pittsburgh. Pennsylvania: RWS Publications.
Statistical Center of Iran., 2006. Detailed results of the Census of Population and Housing, 90-50.
Tehran Municipality., 1996. Preliminary study of how the development of fire stations in Tehran. Bita Journal 9, 40-38.
The Fire and Safety Services Mashhad Municipality., 2008. Statistics Fire Department Operations Center, 80-55.